

Modelos de explicação da ciência e suas limitações

Josailton Fernandes de Mendonça*

Resumo

O artigo apresenta e discute, em nível introdutório, alguns modelos de explicação da ciência. O objetivo é mostrar como cada um dos modelos considerados coloca em evidência determinados aspectos da atividade científica e indicar como a história da ciência respalda e restringe cada um dos modelos examinados.

Palavras-chave: Falsificacionismo; verificação; paradigma; explicação; ciência.

Abstract

The paper presents and it analyzes in introductory level some models of explanation of science. The objective is to show as each one of the considered models places in evidence certain aspects of the scientific activity and to indicate as the history of science endorses and restricts each one of the examined models.

Keywords: Falsificationism; verification; paradigm; explication; science.

* Doutorando no Programa Interinstitucional de Doutorado em Filosofia UFPB-UFRN-UFPE e professor no Departamento de Filosofia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.

1. Introdução

A filosofia da ciência oferece numerosos modelos explicativos da natureza das teorias científicas. Esses modelos estabelecem entre outras coisas as condições em que se deve aceitar como científica uma teoria.

Por outro lado a história da ciência está repleta de situações complexas, nas quais acontecimentos aparentemente de pura criação intuitiva e engenhosa se sucedem a enunciações igualmente aparentes de racionalidade investigativa e experimental. Daí se constituir num campo em que se travam os argumentos mais incisivos dos filósofos da ciência em defesa de suas posturas teóricas.

E mais ainda, dependendo do modo como estes modelos ou posturas teóricas definam o objetivo e a natureza da ciência, esta é vista ou como uma prática empirista, ou como uma prática racionalista; uma prática social ou individual; com uma racionalidade aberta ou com uma racionalidade fechada.

Desta maneira podem-se classificar estes modelos em quatro grupos: (1) os modelos que privilegiam o aspecto lógico (indução ou dedução); (2) modelos que defendem o conhecimento científico como derivado de uma estrutura orientadora prévia (paradigma, programa pesquisa, tradição de pesquisa, etc.); (3) modelos que privilegiam o aspecto cognitivo, no sentido de conceber a investigação da ciência como derivado da estrutura mental dos cientistas; (4) modelos que privilegiam o aspecto social pelo qual critérios como interesse e organização social determinariam a natureza da ciência.

É claro que nem sempre os modelos explicativos encontram respaldo pleno na história e por isso discernir entre as posturas teóricas aquela que oferece compreensão da prática científica é imprescindível.

As notas que se seguem apresentam e discutem esses modelos teóricos. O objetivo é indicar a concepção de atividade científica subjacente a cada um desses modelos e as suas restrições quando analisados à luz da história da ciência.

2. Modelos que privilegiam o aspecto lógico

De modo geral se podem classificar como modelos que privilegiam o aspecto lógico as posturas teóricas neopositivistas do Círculo de Viena¹ e o falsificacionismo sofisticado de Karl Popper. São posturas antagônicas no que se refere à compreensão do conhecimento científico: Popper acredita que a ciência é uma atividade racionalista-crítica, objetiva e sujeita a erros; para os membros do Círculo de Viena a ciência é um conhecimento essencialmente antimetafísico fundado sob o empirismo com o ideal de certeza e verdade.

Ora, como é sabido que, para o empirismo, somente a experiência pode ser a fonte do conhecimento e, portanto só no domínio da experiência perceptiva é que as sentenças têm valor científico. É neste contexto que Hempel (1970) informa que se as sentenças científicas fazem asserções cognitivamente significativas é porque tais asserções são verdadeiras ou falsas. Isto permitiria as definir como analíticas ou contraditórias ou passíveis de serem submetidas, pelo menos potencialmente, à evidência experimental.

É essa exigência de poder ser submetida a teste ou evidência experimental que se constitui numa característica marcante das asserções cognitivamente significativas dentro do critério empirista.

Este critério então estabelece a testabilidade como parâmetro para a significatividade das sentenças². Isto quer dizer que uma sentença que faz asserção empírica deve ser capaz de ser conflitada com fenômenos diretamente observáveis e esses fenômenos são descritos por uma classe de sentenças chamadas de sentenças de observação. Logo o que se pode denominar de Princípio da Testabilidade, irá exigir que as sentenças, ditas

¹ O Círculo de Viena foi um grupo de filósofos e cientistas (dentre os quais estavam Rudolf Carnap, Otto Neurath, Herbert Feigl, Philipp Frank, Friedrich Waissman, Hans Hahn), organizado informalmente em Viena em volta da figura de Moritz Schlick (1882-1936). Encontravam-se semanalmente, entre 1922 e finais de 1936, ano em que Schlick foi assassinado por um estudante universitário irado. Muitos membros deixaram a Áustria com a ascensão do partido Nazi, tendo o círculo sido dissolvido em 1936. O seu sistema filosófico ficou conhecido como o “Positivismo Lógico”.

² Na sua fase mais radical o Círculo de Viena apóia a ciência sob o chamado princípio da verificação: o significado de uma proposição científica está relacionado diretamente aos dados empíricos que resultam de sua observação e que, uma vez existentes, dão veracidade à proposição. Quando isso não ocorre, pode-se concluir que a proposição é falsa. Assim, toda proposição que, a princípio, pode ser transformada em *enunciados protocolares*, só tem significado se for verificada empiricamente. Numa fase posterior este princípio foi questionado por Carnap que então defende o chamado princípio da testabilidade e confirmabilidade. De acordo com Carnap (1980), uma proposição pode ser (i) testável completamente, (ii) testável apenas parcialmente, (iii) confirmada parcialmente ou (iv) confirmada por completo, que corresponderia à verificabilidade da proposição.

científicas, se relacionem com uma classe de sentenças de observação. Obviamente trata-se aqui de relações lógicas (Hempel, 1970).

Mas o Princípio da Testabilidade somente estará garantido se encontrarmos um critério exato de aplicabilidade, isto é, um modo de proceder que seja na verdade a aplicabilidade do mencionado princípio. Hempel (1970) apresenta estes dois critérios como sendo, a verificabilidade e a falseabilidade.

A verificabilidade irá dizer que uma sentença tem significado empírico se e somente se não é analítica e dela decorre logicamente uma classe finita e consistente de sentenças observacionais, as quais, diga-se de passagem, não precisam ser verdadeiras nem falsas, mas em princípio testáveis.

A falseabilidade por sua vez diz que uma sentença tem significado empírico se e somente se sua negação não é analítica e dela resulta uma classe logicamente consistente de sentenças de observação.

Um exemplo esclarecerá a aplicação do princípio segundo os dois critérios mencionados. Considere a sentença “Samuel tem Sarampo”. Segundo o Princípio da Testabilidade esta sentença tem seu significado pelo fato de decorrer logicamente de uma classe de sentenças de observação tais como “Samuel tem febre”, “Samuel tem manchas púrpuras no corpo”, “Samuel tem conjuntivite”, “Samuel tem lesão de Koplic na bochecha”. Ora, segundo o critério da verificabilidade estas sentenças de observação verificam ou constataam a verdade do enunciado “Samuel tem sarampo”.

Mas a aplicação do mesmo princípio pode ocorrer ainda se ao invés de se utilizar as sentenças de observação para verificar, se as usa para tentar falsear a sentença geral. Seria o caso de uma classe de sentenças de observação negadoras, tais como “Samuel não tem Febre”, “Samuel não tem manchas púrpuras no corpo”, “Samuel não tem conjuntivite”, “Samuel não tem lesão de Koplic na bochecha”, logo “Samuel não tem sarampo”. Tem-se assim o Princípio da Testabilidade aplicada segundo o critério da falseabilidade.

Uma das grandes dificuldades destes critérios decorre do fato dos enunciados científicos serem constituídos por sentenças quantificadas universalmente ou existencialmente. Por exemplo, “Todos os homens tem Sarampo”, isto é, $\forall x (Px \supset Sx)$. E assim a sentença exige para sua verificação uma classe infinita de sentenças de observação, isto é, Pa_1, Pa_2, Pa_n , o que contraria o Princípio da Testabilidade além de ser humanamente impossível, face à efetiva exigência empirista e, portanto não seria significativa.

Quanto ao critério de falseabilidade, segundo Hempel (1970, p. 106), o mesmo apresenta a idêntica dificuldade. Não há um número conclusivo de sentenças de observação negativas capazes de falsear uma sentença quantificada universalmente.

O modelo popperiano, por sua vez, surge e se estabelece com duas características fundamentais: primeiramente a de se constituir numa superação do ideal Bacon-Descartes de ciência - fortemente caracterizador da teoria da ciência dos membros do Círculo de Viena – e depois por conceber o conhecimento científico como um saber marcadamente crítico, ousado, inventivo.

O amparo lógico do modelo popperiano está no fato de que segundo ele, embora não se possa verificar enunciados quantificados universalmente, como é o caso dos enunciados das teorias científicas, pode-se falsificá-lo totalmente com base na presença de único caso recalcitrante. Como o exemplo clássico: todos os corvos são pretos. Um corvo que não era preto foi observado no local “x” no momento “m”. Portanto, nem todos os corvos são pretos. De fato, o falsificacionismo popperiano explora exaustivamente esta particularidade lógica.

Daí decorre que as teorias são interpretadas como conjecturas ousadas; resultados da livre criação intelectual, no sentido de superar aquelas teorias que não conseguem resistir a testes de observação e experimento, oferecendo uma explicação mais ousada, mais profunda, não obstante também suscetível à refutação por novas conjecturas.

Com efeito, uma teoria científica é falsificável porque faz afirmações ousadas sobre o mundo e proíbe certos estados de coisas. Assim diz Popper (1972, p. 91) com relação a uma teoria: “Só a diremos falseada se descobirmos um efeito suscetível de reprodução que refute a teoria”. Essa característica marcará definitivamente, segundo Popper, até mesmo os chamados enunciados básicos da teoria³. Popper admite tanto a existência de enunciados básicos falseáveis (1993, p. 89), os quais compõem a classe dos falseadores potenciais da teoria, como uma segunda classe de enunciados básicos composta daquilo que não contradiz a teoria, ou seja, permite-a. Assim, conclui ele (1972, p. 91), “uma teoria é falseável se não estiver vazia a classe de seus falseadores potenciais”.

Desta maneira o teste de uma teoria não se constitui no esforço de sua confirmação ou verificação, mas de sua refutação concludente.

³ Exemplos de enunciados básicos são aqueles que descrevem estados de coisas observáveis, tais como “Samuel tem febre”, “Samuel tem manchas púrpuras no corpo”, “Samuel tem conjuntivite”, os quais dizem ou enunciam a significatividade do enunciado “Samuel tem sarampo” segundo o critério da testabilidade do significado.

Mas é precisamente pelo fato dos enunciados básicos não serem absolutos que falsificações conclusivas são descartadas. No sentido de que as teorias não podem ser conclusivamente falsificadas porque as proposições de observação podem se revelar falsas a luz de desenvolvimentos posteriores (Chalmers, 1993, p. 94). O conhecimento disponível na época de Harvey não permitia, por exemplo, uma legitimação completa da tese da circulação sanguínea haja vista que desconheciam a existência dos capilares. Portanto, se for analisado radicalmente isto se constituiria numa refutação da tese harveana. Quando, em 1661, Marcello Malpighi, utilizando-se do microscópio, observou a existência destes minúsculos capilares esta pretensa refutação pôde ser revogada. O mesmo caso se verifica com Copérnico em relação à observação do tamanho aparente de Marte e Vênus, o qual, pela teoria copernicana, permanecia constante. Anos depois, com o desenvolvimento da teoria ótica, esta discrepância que refutaria a teoria foi revista e a teoria confirmada ou complementada⁴.

Assim, embora Popper (1975, p. 113) avance no contexto dos modelos lógicos de explicação da ciência ao defender que “o relevante para a epistemologia é o estudo de problemas científicos e situações problema, de conjecturas científicas, [...] de discussões científicas, de argumentos críticos e do papel desempenhado pela evidência em argumentos [...]”, sua teoria da ciência, de modo constrangedor, é inadequado em bases históricas. O exame de qualquer teoria científica clássica, por exemplo, a astronomia copernicana, a tese das órbitas elípticas de Kepler, a tese da circulação sistêmica do sangue, e mesmo modernamente, a teoria das placas tectônicas de Alfred Wegner, tinha muitos ou alguns dos enunciados básicos disponíveis na época inconsistentes com a teoria, mas mesmo assim elas não foram abandonadas, pelo contrário, com diz Lakatos, foram capazes de transformar aparentes derrotas em retumbantes vitórias.

Por isso mesmo muitos críticos do positivismo lógico do Círculo de Viena não viram na concepção de Popper uma análise filosófica da prática científica real. Daí modelos teoréticos como os de Thomas Kuhn ganhar relevância.

3. Modelos de explicação do conhecimento científico como derivado de uma estrutura orientadora prévia

⁴ Mencionamos aqui apenas duas críticas comuns ao falsificacionismo popperiano; deixamos de lado outras dificuldades apontadas pelos críticos não pela falta de relevância, mas por envolver temáticas cujo tratamento escaparia ao objetivo do artigo.

Serão examinadas aqui três posturas teóricas, a saber, a de T. Kuhn, a de Imre Lakatos e a de Larry Laudan. Como o objetivo da seção é mostrar as posturas teóricas que concebem o conhecimento científico como derivado de uma estrutura orientadora prévia, o exame dos argumentos de Kuhn contra a teoria de Lakatos atenderá a esse objetivo permitindo a compreensão de ambos os modelos bem como suas limitações. A postura teórica de Laudan se constituirá na tentativa de superar esta discussão avançando numa concepção de ciência como atividade de resolução de problemas.

3.1. O exame dos argumentos de Thomas Kuhn contra a teoria de Lakatos

A tese central de Kuhn é que o conhecimento científico não ocorre de modo cumulativo e contínuo. Esse crescimento é descontínuo, opera por saltos qualitativos, cuja justificativa reside em fatores externos, que nada têm a ver com a racionalidade científica.

A obra de Kuhn abalou a filosofia da ciência desvalorizando os aspectos lógico-metodológicos fortemente presentes nos modelos lógicos de explicação da ciência. Os saltos qualitativos preconizados por Kuhn, ocorrem nos períodos de desenvolvimento científico, em que são questionados os chamados paradigmas. Estes são definidos, de modo geral como o conjunto dos princípios, teorias, metodologias, conceitos partilhados pela comunidade científica durante certo período. Os paradigmas orientam a solução de problemas fornecendo instrumentos conceituais e empíricos para tal. (Kuhn, 1978, p. 43 *et seq.*)

O desenvolvimento da ciência madura processa-se assim em duas fases, a fase da ciência normal e a fase da ciência revolucionária. A ciência normal é a ciência dos períodos em que o paradigma é unanimemente aceito, sem qualquer tipo de contestação, no seio da comunidade científica.

Nesta fase da ciência normal, o cientista não procura questionar ou investigar aspectos que extravasam o próprio paradigma, limita-se a resolver dificuldades que vão permitir manter o paradigma ao mesmo tempo revelar sua engenhosidade na resolução dos quebra-cabeças (Kuhn, 1978, p. 59).

Kuhn preserva a imagem do cientista como um sujeito profundamente conservador e que a todo o custo procura resistir à mudança (princípio kuhniano da tenacidade). Contrariamente a posição de Popper.

A fase da ciência revolucionária se processa a partir de mudanças destrutivas das crenças sobre a natureza e da visão de mundo da

comunidade científica (Kuhn, 1978, p. 132-145). Kuhn oferece vários exemplos da história da ciência em que as mudanças foram revolucionárias porque abalaram o paradigma vigente. De maneira que a constituição de uma nova comunidade científica se deve somente a um processo de conversão da comunidade científica tradicional aos valores e preceitos dos defensores do novo paradigma. Processo que, ressalva Kuhn, pode se revelar lento e estressante.

Portanto, as explicações de Kuhn no que diz respeito à estrutura da ciência decorrem da resposta que ele dá a questão de como influenciarão, no comportamento de um grupo científico, determinadas constelações de crenças, valores e imperativos. E do ponto em que ele se encontra percebe que a teoria da ciência de Lakatos pretende a mesma coisa, ou seja, ambos trilham o mesmo caminho, mas para Kuhn, Lakatos faz isto baseado em critérios de cunho ideal e particular, enquanto ele afirma fazê-lo apelando para critérios sócio-psicológicos.

Ora a tese de Lakatos é a de que uma teoria científica não surge do nada, inspirado num *flash* misterioso. Ao invés descreve as estratégias que conduz ao descobrimento dentro de um programa de investigação (Urbach, 1982). Assim as teorias científicas devem ser analisadas enquanto estruturas organizadas ou programa de pesquisa.

Para Lakatos (1970) então, um Programa de Pesquisa consiste num núcleo, num cinturão protetor e numa heurística. O núcleo constituído pelos pressupostos do programa, e o cinturão protetor são as hipóteses auxiliares que mantêm o núcleo irrefutável e a heurística é o que se pode chamar de política de pesquisa que sugere os tipos de hipótese propostas, os problemas e as técnicas para resolvê-los.

Assim a heurística é uma parte importante dentro de um programa de investigação. Ela determina a capacidade de progresso ou de degeneração de um programa. De modo que quando a heurística é suficientemente potente poderá de um lado manter por um longo período intacto o núcleo e por outro sugerir problemas novos, hipóteses ousadas e, portanto fomentar o progresso teórico do programa de investigação.

Fica assim claro que para a teoria da ciência de Lakatos o simples falseamento (no sentido popperiano) não implica na rejeição da teoria. Segundo ele (1970, p. 100) com recursos suficientes e alguma sorte qualquer teoria pode ser defendida progressivamente por longo tempo ainda que falsa. Assim sendo não existe racionalidade instantânea. Nem a prova de inconsistência por parte do lógico, nem o veredicto de anomalia por parte do cientista experimental são capazes de anular de um único golpe um programa de pesquisa.

Em assim sendo, pode-se formular contra a crítica de Kuhn a Lakatos a seguinte questão: Desde quando o compromisso com hipóteses têm o mesmo sentido de adesão a dogmas? Ou seja, quando Kuhn fundamenta sua metodologia em critérios sócio-psicológicos e grupais ele de certa forma relaciona o compromisso que o cientista tem para com sua hipótese com o compromisso que a comunidade científica tem com a manutenção de um dogma científico. Portanto, Lakatos está certo quando não aceita a interpretação kuhniana, segundo a qual ele estaria trabalhando a importância da ideologia e dos fatores sócio-psicológicos no processo científico. Na verdade, Lakatos se propõe a tratar dos critérios particulares de como o cientista analisa sua hipótese e dos fatores que conduzem à aceitação ou a rejeição de teorias, as quais devem ter uma forma de expressão pública minimamente passível de discussão racional.

Por exemplo, a descoberta e aceitação da hipótese levantada em 1983 por J. Robin Warren e Barry Marshall segundo a qual a gastrite e a úlcera péptica podem ser causadas por infecção bacteriana. Aqui se tem bastante claro a natureza racional da discussão. Segundo Thagard (1997a): “Entre 1983 e 1995 houve uma dramática mudança nas crenças médicas acerca das causas da úlcera, com muitas pesquisas concluindo que o maior fator da úlcera péptica é a infecção bacteriana a partir da descoberta de uma nova espécie de bactéria a *Helicobacter pylori*”.⁵ E esta mudança de atitude da comunidade médica deve-se muito mais às persistentes investigações de Warren e Marshall, as quais resolveram e responderam exaustivamente cada uma das dificuldades encontradas através de procedimentos metodológicos e conceituais da área médica⁶, do que a retórica de convencimento preconizada por Kuhn para a aceitação de um novo paradigma.

Parece então não ser o caso dos imperativos e crenças partilhadas pela comunidade científica influenciar dogmaticamente o trabalho científico.

É preciso considerar, contudo que Lakatos não despreza os fatores sócio-político-econômicos, mas relega-os a uma história externa da ciência, que dentro dos critérios de reconstrução racional da história da ciência não tem grande relevância. Contrariamente ao que ocorre com as “Estruturas das Revoluções Científicas” de T. Kuhn. Ora, para Lakatos (1970, p. 233), “a direção da ciência é determinada principalmente pela imaginação criativa e não pelo universo de fatos que nos cercam. A imaginação criativa tem a

⁵ “Between 1983 and 1995, there occurred a dramatic shift in medical beliefs about the causes of ulcers, with many (but not all) researchers concluding that a major factor in peptic ulcers is infection by bacteria of the newly discovered species *Helicobacter pylori*”. (Thagard, 1997a).

⁶ Vê a esse respeito a detalhada análise epistemológica do caso feita por Paul Thagard em “Ulcers and Bacteria I: Discovery and Acceptance” (1997b).

probabilidade de encontrar uma nova evidência corroboradora até para o programa mais absurdo se a busca for convenientemente orientada”. O que evidencia certo parentesco com a assertiva segundo a qual é o inteligível que determina o saber.

Mas de qualquer modo Kuhn observa uma característica do modelo de explicação da ciência de Lakatos que não deixa de se constituir numa fraqueza face aquilo que a mesma quer ser, uma descrição racional do modo como se estrutura o surgimento, a manutenção e o progresso da ciência. Pois bem, para Kuhn a teoria da ciência de Lakatos obriga o cientista a tomar várias decisões que fundamentalmente são as seguintes: primeiro, os cientistas precisam decidir quais são os enunciados que deverão ser tornados infalsáveis por decreto e quais os que não deverão sê-lo; em segundo lugar, os cientistas lidando com teorias probabilísticas irão precisar decidir sobre o limiar da probabilidade abaixo do qual a evidência estatística será reputada incompatível com a teoria; e finalmente os cientistas precisam decidir se determinados programas, num certo momento são progressivos ou degenerativos. Em outras palavras a postura teórica de Lakatos envolve decisões e escolhas dos cientistas. Decisões e escolhas que na grande maioria das vezes os cientistas não estão cômicos de terem observado. É neste sentido que segundo Kuhn o referencial conceitual da tese dos Programas de Pesquisa é altamente normativo.

Por ser assim, seu critério de racionalidade científica, a qual preserva e desenvolve aquela de Popper, tinha a intenção, em última instancia, de orientar as escolhas de teorias. Contudo o próprio Lakatos reconheceu a incapacidade de fazê-lo:

Eu, claro, não indico ao cientista individual o que ele deve tentar fazer numa situação caracterizada por dois programas de pesquisas progressivos rivais [...] O que quer que eles tenham feito posso julgar; sou capaz de dizer se fizeram progresso ou não. Mas não posso aconselhá-los [...] a respeito de com que exatamente devem se preocupar e em que direção deve buscar o progresso. (Lakatos, 1970, p. 178)

Ao que parece então seu modelo de explicação da ciência é antes um guia para o historiador do que para o cientista.

3.2. Ciência como atividade de resolução de problemas

A concepção de que a ciência visa fundamentalmente a solução de problemas e que é uma atividade orientada por Tradições de Pesquisa deve-se a Larry Laudan, num esforço de superar a rigidez epistemológica e

metodológica decorrentes dos modelos explicativos de Thomas Kuhn e Imre Lakatos.

Segundo Laudan (1984, p. 74 *et seq.*), a tese de Kuhn fracassa em vários pontos, por exemplo, Kuhn nunca resolveu satisfatoriamente o problema da relação entre as teorias e o paradigma, a questão: o paradigma acarreta ou inspira suas teorias constituintes? Nunca foi respondida definitivamente na teoria kuhniana. Para Laudan (1984, p. 75), o conceito de paradigma apresenta tal rigidez em sua estrutura central que não admite transformações e isto é contradito pela história da ciência.

Com relação à teoria dos Programas de Pesquisa de Lakatos, Laudan assevera entre outras coisas que tal como Kuhn a concepção de progresso no modelo lakatiano é exclusivamente empírico (1984, p. 77). A declaração de Lakatos segundo a qual a acumulação de anomalias nenhum papel tem na avaliação de um programa de pesquisa é, segundo Laudan, massivamente refutado pela história da ciência; depois, Lakatos somente permite mudanças de teorias no interior de um programa de pesquisa quando uma teoria é uma reinterpretação semântica de sua predecessora, ou seja, uma teoria acarreta a outra, mas isso na história da ciência raramente ocorre; e por fim, arremata Laudan, tal qual o paradigma de Kuhn o núcleo firme dos programas de pesquisa de Lakatos é rígido o suficiente para não permitir mudanças fundamentais.

Essa insatisfação manifesta por Laudan nestas críticas, leva-o a propor uma outra maneira de compreender a atividade científica e a avaliação de teorias.

Primeiro, como já foi dito, a atividade científica se pauta acima de tudo pela resolução de problemas. Uma teoria científica, neste sentido deve ser avaliada em função de sua maior ou menor capacidade de resolver problemas importantes, em outras palavras, “o primeiro e essencial teste para qualquer teoria é se prover uma resposta aceitável para uma questão interessante [...]” (Laudan, 1984, p. 13). Assim o mérito de uma teoria encontra-se muito mais nesta sua capacidade de resposta satisfatória a uma questão importante do que na sua verdade, corroboração ou confirmação.

Há dois tipos peculiares de problemas os quais são objetos de análise-reflexão-solução numa teoria: Problemas empíricos e problemas conceituais. Os problemas empíricos são de primeira ordem. Constituem-se em questões fundamentais acerca dos objetos de qualquer ciência (Laudan, 1984, p. 14). Com efeito, um fato ou fenômeno somente torna-se um problema empírico quando alguém decide que é suficientemente interessante explicá-lo.

Os problemas empíricos podem apresentar-se como insolúveis, solúveis, ou anômalos. Os primeiros são, segundo Laudan, irrelevantes na avaliação das teorias. Naturalmente ganham relevância à medida que, dentro de um contexto particular de pesquisa, os cientistas constatarem a possibilidade de resolvê-los. Neste caso, obviamente, já não se tem um problema insolúvel.

No tocante aos problemas solúveis é preciso perceber que certos problemas têm uma importância marginal. Poderiam vir a ter uma solução, mas nenhuma teoria irá ser abandonada por que falha em resolvê-lo. Por outro lado se um problema particular tem sido resolvido por qualquer teoria, então o problema ganha relevância, por comprometer teorias competidoras com a mesma solução ou outras melhores (Laudan, 1984).

Quanto às anomalias, estas dizem respeito à incapacidade da teoria em explicar e resolver aqueles problemas, que foram resolvidos por uma teoria competidora. E Laudan (1984) adverte que não é a quantidade de anomalias que muitas vezes afeta uma teoria, mas a qualidade dessas anomalias. Portanto, diz ele, é preciso avaliar o grau de ameaça epistêmica sobre a teoria. E, a importância dos problemas anômalos para uma teoria é dada no contexto de outras teorias do mesmo domínio.

Mas há ainda o segundo tipo de problemas, os conceituais. De acordo com Laudan (1984, p. 45 *et seq.*), os problemas conceituais ocorrem para uma teoria T em um dos dois modos: (a) quando T exibe inconsistência interna, ou quando as categorias básicas de análise são vagas. É o que Laudan chama de problemas conceituais internos; (b) quando T está em conflito com outra teoria ou doutrina T'. São os chamados problemas conceituais externos.

Os problemas empíricos e conceituais são reconhecidos como tais numa tradição de pesquisa. Com este conceito Laudan quer significar “um conjunto de indicações gerais sobre entidades e processos num domínio de estudo, a sobre os métodos apropriados para serem usados na investigação de problemas e construção de teorias daquele domínio” (1984, p. 81).

As tradições de pesquisas têm algumas características comuns, por exemplo: toda tradição de pesquisa tem um número de teorias específicas que as exemplifica e as constituem; algumas destas teorias são contemporâneas outras se sucedem no tempo. Toda tradição de pesquisa exibe certo compromisso metafísico e metodológico os quais tanto podem torná-las semelhantes como podem diferenciar uma tradição de pesquisa de outra. E toda tradição de pesquisa especifica certos modos de proceder que se constitui no método de pesquisa dentro da tradição (Laudan, 1984, p. 79).

Neste sentido, tradições de pesquisa não são explanatórias, nem preditivas nem diretamente testáveis (Laudan, 1984). Mas isso não quer dizer que ela não esteja comprometida com a solução de problemas, muito pelo contrário, a função de uma tradição de pesquisa, diz Laudan, é prover um instrumento poderoso, necessário na resolução de problemas tanto empíricos quanto conceituais. Assim, “quando rejeitamos uma tradição de pesquisa estamos meramente decidindo tentar não utilizá-la naquele momento porque há uma alternativa, a qual se revela mais satisfatória naquele momento” (Laudan, 1984, p. 83).

As tradições de pesquisas são dotadas de grande poder heurístico, uma vez que elas postulam certas entidades e certos métodos para investigar aquelas entidades, revelando-se vitais na construção de teorias. Mas é importante ser observado que, de acordo com Laudan (1984, p. 85), as tradições de pesquisas não impõem teorias, apenas permitem a construção das mesmas, inclusive, dentro de uma mesma tradição pode haver um número de teorias mutuamente inconsistentes. Por outro lado, as tradições de pesquisa podem influenciar naquilo que determina a legitimidade dos problemas de suas teorias constituintes. Por exemplo, na tradição de pesquisa aristotélica da Escola de Pádua, determinar o modo de funcionamento do septo, de maneira a permitir justificar satisfatoriamente a passagem do sangue do ventrículo direito para o esquerdo no coração, se constituía, num problema empírico legítimo para suas teorias. O que não o é para as teorias da tradição de pesquisa pós-harveyana.

Um aspecto que é importante destacar do exame de todos esses modelos que tomam a atividade científica como orientada por uma estrutura prévia, tais como os modelos examinados de Thomas Kuhn, Imre Lakatos e Larry Laudan, é que a ciência não é produto de uma atividade intelectual livre. Contudo, esta tese é controversa, principalmente entre aqueles que concebem atividade da ciência como derivado da estrutura mental e procedimentos dos cientistas. É o que será examinado a seguir.

4. Modelos cognitivos de explicação da ciência

Processos mentais podem também explicar a descoberta de novos conceitos, hipóteses, teorias e decisões sobre diferentes programas de pesquisas. Em particular processos mentais podem incluir coisas que os modelos lógicos não consideram como racionais, tais como as motivações

Trilhas Filosóficas

pessoais que afetam a inferência das conclusões conduzindo-as a objetivos pessoais. Assim o esquema cognitivo compete com os outros esquemas para prover uma compreensão da ciência. Em princípio, esquemas cognitivos e lógicos podem ser compatíveis: se a crença humana muda é por que é dirigida fundamentalmente por mecanismos lógicos. Entretanto há evidências abundantes que a psicologia humana envolve estruturas e processos mais fundamentais do que aquilo que a lógica descreve.

Sob esta perspectiva a ciência deve ser vista, sobretudo, como produto de uma mente individual. Portanto as teorias, os conceitos são concebidos como estruturas ou representações mentais antes de lógicos.

A base desta concepção é a ciência cognitiva. “Ciência cognitiva é o estudo interdisciplinar de mente, o qual envolve a filosofia, psicologia, inteligência artificial, neurociência, lingüística, e antropologia”⁷ (Thagard, 1997a). Portanto, como já deve está claro, oferece uma abordagem que difere fortemente da tradição antipsicologista dos positivistas lógicos. Os defensores desta abordagem, entre os quais o Paul Thagard é uma das figuras centrais, postulam que a mente humana contém uma estrutura representacional e processos que operam produzindo novas estruturas. Estas incluem tanto sentenças, como crenças, imagens visuais, conceitos e esquemas.

Neste sentido Thagard (s.d.) ressalta o seguinte:

Para entender como os cientistas descobrem e avaliam hipóteses, nós podemos desenvolver modelos de computador que empregam dados estruturais e algoritmos os quais pretendem ser análogo a representações e procedimentos mentais humanas. O modelo cognitivo de filosofia computacional de ciência pode ser visto como parte de epistemologia naturalista que vê o estudo do conhecimento como decorrente da psicologia humana, não como um exercício lógico abstrato.⁸

Na verdade Thagard (1992) compartilha a visão kuhniana segundo a qual o conhecimento científico se desenvolve de forma lenta e gradual. Os momentos de revoluções científicas são tão impactantes que só encontram

⁷ “Cognitive science is the interdisciplinary study of mind, embracing philosophy, psychology, artificial intelligence, neuroscience, linguistics, and anthropology”. (Thagard, 1997a)

⁸ “To understand how scientists discover and evaluate hypotheses, we can develop computer models that employ data structures and algorithms intended to be analogous to human mental representations and procedures. The cognitive modeling stream of computational philosophy of science can be viewed as part of naturalistic epistemology, which sees the study of knowledge as closely tied to human psychology, not as an abstract logical exercise”. (Thagard, s.d.)

comparação nas revoluções políticas. Daí a importância do exame da natureza dessas mudanças conceituais ou dos mecanismos cognitivos envolvidos nas mudanças.

De acordo com Thagard (1992, p. 35) as mudanças conceituais ocorrem segundo nove graus de complexidades distintas, a saber:

1. Acrescentando uma nova instância, o que envolve uma mudança até certo ponto trivial na estrutura de um conceito, por exemplo, na concepção de tuberculose.

2. Acrescentando uma nova regra fraca, por exemplo, aquela tuberculose é comum em prisões.

3. Acrescentando uma nova regra forte que tem um papel freqüente na resolução e explicação de problema, por exemplo, que as pessoas com tuberculose têm tuberculose de *Mycobacterium*.

4. Acrescentando uma nova parte-relação, por exemplo, aqueles pulmões doentes contêm *tubercles*.

5. Acrescentando um novo tipo-relação, diferenciando, por exemplo, entre tuberculose pulmonar e de *miliary*.

6. Acrescentando um novo conceito, por exemplo, tuberculose (que substituiu o *phthisis* de condição prévio e consumo).

7. Destruindo-se parte de um tipo-hierarquia, abandonando uma distinção prévia, por exemplo, percebendo que *phthisis* e *scrofula* são a mesma doença, tuberculose.

8. Reorganizando hierarquias, isto é, trocando um conceito de uma árvore hierárquica por outra, por exemplo, tuberculose reclassificada como uma doença infecciosa.

9. Trocando a árvore, quer dizer, mudando o princípio organizador de uma árvore hierárquica, por exemplo, classificando doenças em termos de agentes causais em lugar de sintomas.

As mudanças que ocorrem em 1 a 6 são classificadas por ele como simples revisão de crenças enquanto as que ocorrem entre 7 e 8 já podem ser classificadas como mudanças conceituais ainda que restritos a esfera de acréscimo ou reorganização de conceitos, ficando a mudança expresso em 9 como aquela que se poderia classificar como revolucionária (Thagard, 1992).

O modelo então não pressupõe nenhum referencial orientador na condução das mudanças conceituais. Para Thagard (1997b), mudanças científicas são decorrentes das mudanças na mente dos cientistas, portanto explicações para as mudanças e outros temas comuns as teorias da ciência deve supor psicologia do sujeito conhecedor e a plausibilidade histórica.

Trilhas Filosóficas

Assim, de acordo com Thagard (1997a), os filósofos interessados em trabalhar neste tema sob esta perspectiva poderão ir além dos estreitos recursos da lógica, podem, com efeito, considerar algoritmos numéricos, descobrir redes causais formadores de conceitos e hipóteses e avaliar teorias explicativas em competição.

Entretanto, o desenvolvimento da ciência comporta um elemento de grande importância: a sociedade. Falar das mudanças científicas e mesmo da estrutura da ciência, sem considerar este componente, corre o risco de oferecer uma visão idealizada do processo científico, seus métodos de validação de teorias e sua história.

5. Modelos sociológicos de explicação da ciência

Sem dúvida a ciência é fenômeno social. É produto de determinado contexto histórico, cultural, econômico e político. Portanto, modelos internalistas como os examinados acima são insuficientes, incompletos e muitas vezes excessivamente simplificadores da maneira como surge, se desenvolve e mudam as teorias científicas.

Na verdade a importância dos esquemas sociais para a compreensão da ciência ganhou relevância com o trabalho de Thomas Kuhn e sua tese da existência de paradigmas os quais determinariam fundamentalmente o modo de proceder na ciência. A ciência normal kuhniana estaria permeada de elementos somente justificados sociologicamente.

Contudo, segundo Hans Reichenbach, as abordagens lógicas sempre consideraram este aspecto como fazendo parte do chamado contexto de descoberta. E este contexto seria algo apenas subsidiário no entendimento da ciência porque comporta elementos heurísticos que não se coadunam com a visão da ciência enquanto conhecimento racional.

Um dos principais teóricos e pioneiros da então chamada sociologia da ciência é sem dúvida Robert King Merton. Merton (1973) se interessou pelo exame acurado da prática da ciência no seio da comunidade científica: os costumes, as ambições, as relações de poder e os mecanismos de recompensa que determina o grupo científico como comunidade.

A atividade científica sob este modelo é controlado por um conjunto de crenças e interesses dos quais participam toda uma comunidade científica. A ciência tem conexões sociais e vinculação estrita com o poder e, portanto não é produto de uma criação intelectual livre. Na medida em

que o conhecimento científico é produto humano, sua razão está impregnada de elementos sociológicos, culturais, políticos e sociais.

Nesta perspectiva, a ciência, como diz Joseph Rouse (1987), é fundamentalmente um empreendimento prático ao invés de um corpo de conhecimento teórico. Como tal encontra-se sujeita às vicissitudes do mundo real. Como prática, a ciência não é neutra, tampouco autônoma. O trabalho experimental no laboratório a formulação de teorias e estudo de fenômenos atendem a interesses estritos das grandes corporações que financiam as pesquisas e dos governos interessados no produto final da ciência: o controle prático da natureza.

Contudo o modelo sociológico da explicação da ciência só encontra respaldo na história da ciência contemporânea. Sem dúvida é preciso reconhecer que atualmente a ciência é muito menos um corpo de conhecimento ou uma atividade intelectual livre, e muito mais se assemelha a uma linha de produção, com suas especialidades, compromissos, financiamentos, interesses, e pautas de pesquisa.

Mas é claro que nem sempre foi assim. A ciência de Descartes-Galileu-Bacon tinha muito mais compromissos teóricos do que práticos, muito embora Francis Bacon já partilhasse uma visão de ciência voltada para fins práticos de controle da natureza. De qualquer maneira os fatores sociológicos sozinhos são incapazes de explicar grandes revoluções científicas as empreendidas por Copérnico, Harvey, Galileu, Kepler, Newton, Lavoisier, Pasteur.

6. Conclusão

Os modelos explicativos da ciência têm origem do esforço sempre genial de compreender a prática científica, como lógica, intelectual, sociológica, cultural ou até mesmo normativa.

Em todos estes casos as análises focalizam determinadas ações da atividade científica, tais como, observação, experimentação, teorização – aqui incluído, argumentação, demonstração, debates e análises – e o controle prático da natureza. Da mesma forma que evidenciam certos temas os quais são expressivos da atividade científica como prática racional, a saber, método, causalidade, mudanças e progresso.

Tentar encontrar na história respaldo para estas abordagens da ciência se constitui no grande desafio de dar significação às considerações teóricas.

Assim é na história da ciência que se reconhecerá a plausibilidade destes modelos explicativos bem como de suas deficiências.

Referências

CARNAP, R. *Testabilidade e significado*. Trad. Pablo Ruben Mariconda e Luiz João Barauna. São Paulo: Abril Cultural, 1980. p. 170-219. (Coleção Os Pensadores).

CHALMERS, A. F. *O que é ciência afinal*. São Paulo: Brasiliense, 1993.

HARVEY, W. On the motion of the heart and blood in animals. In: *Modern history sourcebook*. Disponível em: < <http://www.fordham.edu/halsall/mod/1628harvey-blood.html> >. Acesso em: 8 mar. de 2009.

HEMPEL, Carl G. Empiricist criteria of cognitive significance: problems and changes. In: *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. New York: The Free Press, 1970. p. 101-122.

KUHN, T. S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1975.

LAUDAN, L. *Progress and its problems: towards a theory of scientific growth*. Los Angeles: University of California Press, 1984.

LAKATOS, I; MUSGRAVE, A. *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University press, 1970.

MERTON, Robert K. *The Sociology of Science: theoretical and empirical investigations*. Chicago: University of Chicago Press, 1973.

POPPER, K. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: Cultrix, 1972.

POPPER, K. *Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária*. São Paulo: Itatiaia, 1975.

ROUSE, Joseph. *Knowledge and power: toward a political Philosophy of Science*. Ithaca: Cornell University Press, 1987.

THAGARD, P. *Conceptual revolutions*. Princeton: Princeton University Press, 1992.

THAGARD, P. The concept of disease: structure and change. Waterloo, Ontario: University of Waterloo, 1997a.
Disponível em: < <http://cogsci.uwaterloo.ca/Articles/Pages/Concept.html> >.
Acesso em: 8 mar. 2009.

THAGARD, P. Ulcers and bacteria I: discovery and acceptance. Waterloo, Ontario: University of Waterloo, 1997b.

THAGARD, P. Computation and Philosophy of Science. Waterloo, Ontario: University of Waterloo, [s.d].
Disponível em:< <http://cogsci.uwaterloo.ca/Articles/Pages/comp.phil.sci.html> >.
Acesso em: 8 mar. 2009.

URBACH, P. La promisoriedad objetiva de un programa de investigación. In: RADNITZKY, G *et. al. Progreso y racionalidad en la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial, 1982.

Bibliografia adicional

BUTTERFIELD, H. *Os origens da ciência moderna*. Lisboa: Edições 70, 1992.

FOUREZ, G. *A construção das ciências*. São Paulo: Unesp, 1995.

HALL, A. R. *A revolução na ciência. 1500-1750*. Lisboa: Edições 70, 1988.